

Д. Н. АФРЕМОВ

СОСТАВ И СВОЙСТВА ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНОГО АЛЛЮВИЯ НА РУССКОЙ РАВНИНЕ КАК ПОКАЗАТЕЛИ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Особенности строения и условий залегания перигляциального аллювия в долинах рек Русской равнины подробно рассмотрены в ряде работ Г. И. Горецкого (1958, 1966), А. И. Москвитина (1958), Е. В. Шанцера (1951), Ю. А. Лаврушина (1963), Ю. М. Васильева (1969, 1973) и др. Меньше внимания уделялось изучению состава и свойств осадков. Детальное изучение гранулометрического состава и физико-механических свойств перигляциального аллювия в долине Средней Волги и сопоставление полученных результатов с материалами по другим рекам Русской равнины позволило выявить характерные особенности осадков, отражающие различные условия седиментации.

В долине Средней Волги известны две среднеплейстоценовые и одна верхнеплейстоценовая перигляциальные свиты. Они венчают разрезы террас, завершая цикл осадконакопления. Мощность перигляциального аллювия больше, чем аллювия, формировавшегося в условиях умеренного пояса в межледниковья и залегающего в основании террасовой толщи. Среднеплейстоценовые свиты слагают наиболее четко выраженные и широкие (20—30, местами до 50 км) днепровскую и московскую террасы (IV и III надпойменные). Они прослеживаются от границ распространения соответствующих оледенений: московская—ниже устья р. Унжа, днепровская— р. Ветлуга. Выше террасы переходят в поверхность придолинных зандров. В области распространения днепровской террасы московская часто сливается с ней и как самостоятельный уровень выражена не повсеместно. Средняя высота над рекой московской террасы 25—35 м, объединенной 40—60 м, реже до 70—75 м. Верхнеплейстоценовая перигляциальная свита слагает ранневалдайскую (калининскую, II надпойменную) террасу высотой 15—25 м, а в районе Куйбышева и Саратова — до 30—35 м.

Все перигляциальные свиты имеют общие черты строения и состава аллювия, что объясняется общностью ландшафтно-климатических условий. Холодный и сухой климат в эпохи оледенений, резкие колебания температуры, наличие многолетней мерзлоты вызывали активизацию процессов физического выветривания и склоновой денудации. Эти два фактора вместе с размывом ледниковых отложений талыми водами способствовали поступлению в реки большого количества наносов и формированию аллювия по констративному типу (Васильев, 1973). Изучение многочисленных геологических разрезов показывает, что в перигляциальном аллювии по сравнению с аллювием современным и межледниковым фациальная дифференциация осадков выражена слабо, преобладает русловой аллювий, пойменный и старичный недоразвиты и иногда почти полностью отсутствуют. Крупность обломочного материала вниз по разрезу увеличивается незначительно, базальный горизонт маломощный и прослеживается не повсеместно.

В целях детального анализа гранулометрического состава руслового аллювия разновозрастных аллювиальных свит для ряда пунктов в долине Средней Волги построены интегральные кривые на основе обобщения большого количества единичных определений. Они совмещены на одной диаграмме (рис. 1). Изучение ее показывает, что кривые группируются в зависимости от условий формирования аллювия — в перигляциальных условиях или в умеренных.

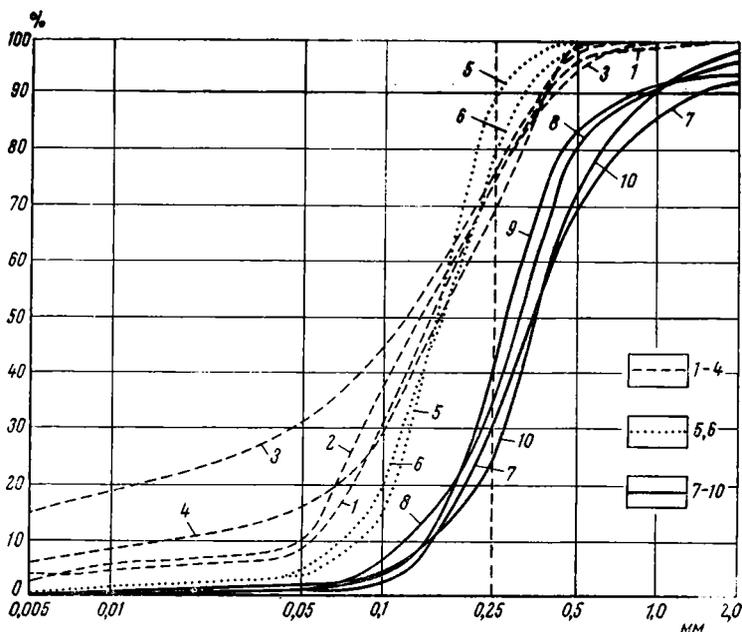


Рис. 1. Интегральные кривые гранулометрического состава руслового аллювия, образованного в перигляциальных условиях и в умеренных

1—4 — аллювий перигляциальных условий, формировавшийся при участии осадков талых ледниковых вод: 1 — верхний плейстоцен, нижневалдайский или калининский горизонт, Кострома (28), 2 — средний плейстоцен, московский горизонт, Горький (18), 3 — средний плейстоцен, днепровский горизонт, Чебоксары (26), 4 — средний плейстоцен, днепровский горизонт, Казань (25); 5, 6 — аллювий перигляциальных условий, формировавшийся без участия осадков талых ледниковых вод: 5 — верхний плейстоцен, калининский горизонт, Чебоксары (113), 6 — средний плейстоцен, московский горизонт, Казань (38); 7—10 — аллювий умеренных условий: 7 — голоцен, Чебоксары (44), 8 — средний плейстоцен, лихвинский горизонт, Чебоксары (16), 9 — нижний плейстоцен, венедский горизонт, Куйбышев (125), 10 — верхний плиоцен, ачкагыльский ярус, Чебоксары (44).

Рядом с наименованием пункта опробования в скобках количество определений

В русловом аллювии умеренных условий (пристречневая фация) преобладает фракция среднезернистого песка, содержание которой — 40—50%. Второе место по значению занимает фракция мелкозернистого песка — 20—40%. Количество крупного и грубого песка — 10—25%, гравия и гальки — от 2—3 до 8—10%, тонкозернистого песка — от 1,5 до 6%, а содержание пылеватых и глинистых частиц не превышает 2—3%.

В перигляциальном аллювии преобладают тонко-мелкозернистые пески, часто с повышенным содержанием пылеватых и глинистых частиц. Соотношение гранулометрических фракций в перигляциальном аллювии и степень его однородности зависят, главным образом, от условий питания реки. Аллювий, образование которого происходило при участии осадков талых ледниковых вод, отличается неоднородностью состава, содержит значительную примесь пылеватых и глинистых частиц, прослой суглинков и супесей небольшой мощности (до 2—3 м, реже до 5 м). Изучение механического состава русловых песков днепровской (Чебоксары, Казань), московской (Горький) и нижневалдайской (Кострома) перигляциальных свит, формировавшихся вблизи ледниковых покровов, показывает, что в большинстве случаев содержание ни одной из гранулометрических фракций не достигает 50%. Преобладает фракция мелкозернистого песка (30—40%), фракции тонко- и среднезернистого песка присутствуют примерно в равных количествах (15—25%, иногда до 30%), содержание пылеватых и глинистых частиц высокое — 10—

20%, а в отдельных случаях до 30%; примесь крупного грубого песка, гравия и гальки редко превышает 5%.

По мере удаления от ледника состав руслового аллювия меняется — пески становятся более однородными, увеличивается содержание мелкой фракции и уменьшается содержание других фракций песка, а также пылеватых и глинистых частиц. Так, если у Горького вблизи границы московского оледенения в русловом аллювии московской перигляциальной свиты среднее содержание (по 18 определением) мелкозернистого песка 35%, среднезернистого 23%, тонкозернистого 29%, пылеватых и глинистых частиц 9% и других фракций 4%, то в районе Казани те же фракции содержатся в количестве соответственно около 60, 20, 15, 3 и 2%. Похожее соотношение гранулометрических фракций наблюдается в районе Казани в перигляциальном аллювии ранневалдайской (калининской) террасы, формирование которого происходило на значительно большем расстоянии от области распространения материковых льдов. В то же время в долине Верхней Волги у Костромы, вблизи границы ранневалдайского (калининского) оледенения, состав перигляциального аллювия близок к составу московской перигляциальной свиты в районе Горького и днепровской в районе Чебоксары—Казань (см. рис. 1). Эти факты свидетельствуют о том, что влияние талых ледниковых вод на формирование механического состава аллювия проявлялось лишь в непосредственной близости от края питавшего реку ледника.

Аллювий ранневалдайской (калининской) террасы в долине Средней Волги формировался под влиянием местных ландшафтно-климатических условий перигляциальной зоны без участия осадков талых ледниковых вод. По сравнению со среднеплейстоценовыми перигляциальными аллювиальными отложениями он отличается меньшей мощностью (10—20 м против 20—40 м), преобладание руслового аллювия в строении перигляциальной свиты выражено более резко, пойменные и старичные фации почти не встречаются, степень сортировки русловых песков значительно выше. Существенные различия двух типов перигляциального аллювия отчетливо выявляются при сопоставлении интегральных кривых гранулометрического состава калининской (нижневалдайской) и днепровской перигляциальных свит у г. Чебоксары (см. рис. 1). Содержание фракции мелкозернистого песка в калининском (нижневалдайском) аллювии составляет 74%, а в днепровском 32%, среднезернистого соответственно 10 и 19%, крупно- и среднезернистого 0,5 и 5%, тонкозернистого 12 и 13%, пылеватых и глинистых частиц 3 и 31% (средние значения по 113 и 26 определениям). Перигляциальные условия в валдайскую ледниковую эпоху распространились на значительную часть территории Русской равнины (Величко, 1973). Поэтому перигляциальный аллювий типа, аналогичного волжскому, широко представлен в строении верхнеплейстоценовых «боровых» террас.

Средняя крупность русловых песков перигляциального аллювия значительно ниже, чем в речном аллювии умеренных условий. Основная причина этого явления, по-видимому, заключается в особенностях физико-географических условий перигляциальной зоны, близких к условиям холмистой, сухой степи и лесостепи с резко континентальным климатом и многолетней мерзлотой, что определяло характер процессов денудации и режима рек. В долине Средней Волги медианный диаметр русловых песков разного возраста, от акчагыла до голоцена, образование которых происходило в умеренных условиях, колеблется от 0,28 до 0,36 мм. Тот же показатель для русловых песков средне-верхнеплейстоценовых перигляциальных свит изменяется от 0,12 до 0,17 мм. Резкое различие величины медианного диаметра сохраняется на значительном протяжении долины. Особенно отчетливо это видно при сравнении голоценового и

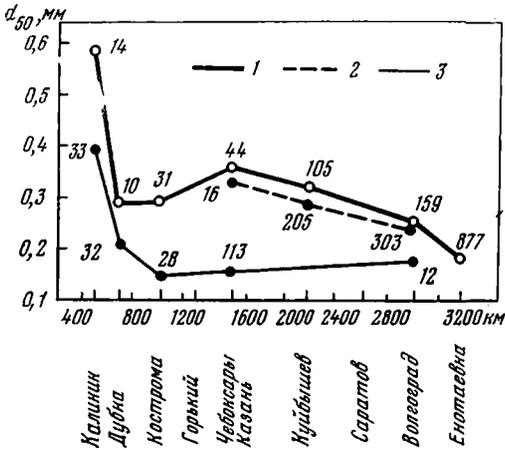


Рис. 2. Изменение медианного диаметра зерен русловых песков по долине Волги

1, 2 — аллювий умеренных условий:
1 — голоцен,
2 — средний плейстоцен, ляхвинский горизонт;
3 — аллювий перигляциальных условий, верхний плейстоцен, ранневалдайский (калининский) горизонт.

Цифры у пунктов опробования на кривых — количество определенных, использованных для расчета медианного диаметра

межледникового среднеплейстоценового (ляхвинского) руслового аллювия с перигляциальным верхнеплейстоценовым на участке от Калинина до Волгограда (рис. 2). По направлению к периферии перигляциальной области в строении аллювиальных свит увеличивается роль пойменных и старичных фаций, в результате чего содержание мелкозема в русловом аллювии уменьшается и возрастает степень его сортировки. Поэтому, несмотря на естественное истирание, средняя крупность зерен перигляциальных песков вниз по долине остается неизменной и даже несколько возрастает. Медианный диаметр современного и межледникового руслового аллювия, формировавшегося в условиях умеренного пояса, закономерно уменьшается от среднего к нижнему течению реки. Таким образом, сближение фациальной структуры аллювия обоих типов по мере ослабления влияния перигляциальных условий сказывается на уменьшении различия в крупности русловых осадков.

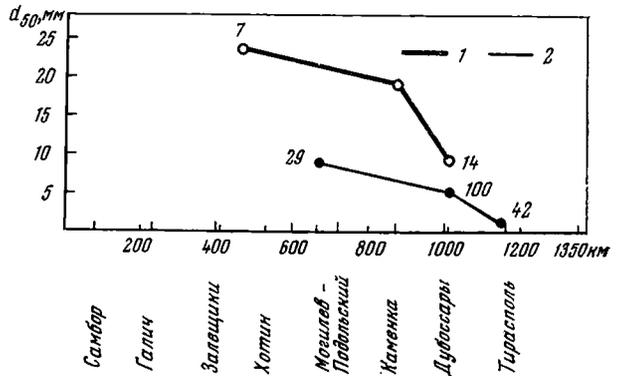
Указанная закономерность обнаруживается при сравнении аналогичных по происхождению аллювиальных свит в долинах других рек Русской равнины и не только типично равнинных, но и протекающих по возвышенностям. В долине среднего течения Днестра среднеплейстоценовая свита формировалась в условиях, когда вдоль северной границы бассейна реки по окраине Подольской возвышенности располагался днепровский ледник. Медианный диаметр зерен руслового аллювия этой свиты изменяется на отдельных участках долины от 5 до 8,4 мм. Образование верхнеплейстоценового аллювия происходило либо в межледниковых условиях, либо по периферии или за пределами перигляциальной зоны. Медианный диаметр частиц русловых осадков колеблется от 9 до 23 мм и вниз по долине уменьшается, приближаясь к значению медианного диаметра среднеплейстоценового руслового аллювия (рис. 3).

Особенности фациальной структуры и гранулометрического состава перигляциального аллювия отражаются на его физических и механических свойствах. Русловые пески перигляциального аллювия имеют меньшую крупность и более высокое содержание пылеватых и глинистых частиц по сравнению с современным и межледниковым русловым аллювием, формировавшимся в условиях умеренного гумидного пояса. Поэтому пористость перигляциальных песков выше, и при нарушении естественной структуры или под воздействием динамических нагрузок они в большей степени способны к проявлению пльвинных свойств, чем современные или межледниковые аллювиальные пески.

Механическая прочность перигляциальных песков также более низкая, что зависит в первую очередь от примеси пылеватых и, в особеннос-

Рис. 3. Изменение медианного диаметра частиц руслового аллювия по долине Днестра

1 — аллювий умеренных условий, верхний плейстоцен;
2 — аллювий перигляциальных условий, средний плейстоцен



ти, глинистых частиц. Исследования, выполненные в Гидропроекте, показали, что при увеличении содержания глинистых частиц в мелкозернистом песке с 1 до 3% модуль деформации в интервале нагрузок 1—4 кг/см² уменьшается в 6—7 раз, а относительное сжатие при нагрузках от 1 до 5 кг/см² возрастает в 5—6 раз (Абрамов, 1967). Глинистые породы пойменной и старичной фаций, залегающие в толще перигляциального аллювия, в процессе гипергенеза испытывали уплотнение, дегидратацию, происходило увеличение прочности структурных связей. Они имеют меньшую пористость, влажность и менее сжимаемы, чем аналогичные по генезису или близкие породы голоценового аллювия, и поэтому служат более надежным основанием для сооружений.

Изучение гранулометрического состава, физических и механических свойств аллювиальных свит разного возраста и происхождения позволяет глубже понять особенности условий формирования осадков и последующего преобразования их в процессе гипергенеза, а также дать научно обоснованный прогноз изменчивости состава и свойств отложений для других территорий, где аналитического материала еще недостаточно.

ЛИТЕРАТУРА

Абрамов С. П. Основные вопросы методики инженерно-геологического изучения аллювиальных отложений для целей гидротехнического строительства. Автореф. канд. дис. М., 1957.

Васильев Ю. М. Формирование антропогенных отложений ледниковой и внеледниковой зон. М., «Наука», 1969.

Васильев Ю. М. О перигляциальном аллювии.— Бюлл. Комиссии по изуч. четверт. периода, № 40. М., «Наука», 1973.

Величко А. А. Природный процесс в плейстоцене. М., «Наука», 1973.

Горецкий Г. И. О перигляциальной формации.— Бюлл. Комиссии по изуч. четверт. периода, № 22. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Горецкий Г. И. Формирование долины р. Волги в раннем и среднем антропогене. М., «Наука», 1966.

Лаврушин Ю. А. Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений.— Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 87. М., Изд-во АН СССР, 1963.

Москвитин А. И. Четвертичные отложения и история формирования долины р. Волги в ее среднем течении.— Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 12. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит.— Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 135, сер. геол. (№ 55). М., Изд-во АН СССР, 1951.